

Rancang Bangun dan Analisa Sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Pertanian Hidroponik

Firman Ferdiansyah¹ Kardiman² Ujiburrahman³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang,
Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat, Indonesia^{1,2,3}

Email: 2010631150006@student.unsika.ac.id¹

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sudut kemiringan panel surya pada intensitas penyinaran matahari dan debit air pompa. Eksperimen dilakukan dalam variabel sudut 10, 20, 30, dan 40 derajat, dengan panel surya 240WP serta baterai 12V 100Ah sebagai penunjang instalasi data diambil pada jam 09.00 sampai dengan jam 15.00 WIB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemiringan sudut menentukan optimalisasi energi yang diserap oleh panel surya untuk menghasilkan tenaga listrik yang lalu difungsikan untuk menghidupkan pompa air yang bertujuan untuk menyalurkan nutrisi dan distribusi air pada siklus tanaman hidroponik, didapatkan data pada sudut 10 derajat intensitas debit yang mampu dijalankan oleh pompa ialah sebesar 16,65 liter per menit, sedangkan pada sudut 20 derajat intensitas pompa ialah sebesar 18,61 liter per menit, berikutnya pada sudut 30 derajat dengan intensitas pompa air mengalirkan nutrisi pada tanaman dengan nilai 18,78 liter permenit, dan pada sudut 40 derajat pompa dapat berjalan dengan intensitas 21,91 liter permenit, yang dimana dari hasil keempat sudut tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil penyinaran matahari dan kondisi cuaca pada saat dilakukannya penelitian. implikasi dari penelitian ini adalah potensi untuk meningkatkan laju debit air untuk pendistribusian nutrisi dan air dapat terjaga pada aliran konstan dengan mengoptimalkan lamanya sinaran matahari. Namun, diperlukan analisis lebih lanjut untuk memahami intensitas cahaya matahari serta kondisi cuaca yang seringkali berubah ubah dan tidak menentu. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan membuat simulasi dengan software tertentu untuk mendapatkan hasil di lapangan yang lebih baik, serta untuk melakukan kalibrasi pada alat instrumen yang digunakan dengan data hasil yang lebih akurat.

Kata Kunci: Panel Surya, Sudut Kemiringan, Debit Air, Pompa Air, Teknik Mesin

Abstract

This study aims to analyze the effect of the angle of the solar panel on the intensity of sunlight and the pump water discharge. The experiment was conducted in variable angles of 10, 20, 30, and 40 degrees, with a 240WP solar panel and a 12V 100Ah battery as a support for the installation. Data was taken at 09.00 to 15.00 WIB. The results of the study showed that the angle of inclination determines the optimization of energy absorbed by the solar panel to produce electricity which is then used to turn on the water pump which aims to distribute nutrients and water distribution in the hydroponic plant cycle, data obtained at an angle of 10 degrees the intensity of the discharge that can be run by the pump is 16.65 liters per minute, while at an angle of 20 degrees the pump intensity is 18.61 liters per minute, then at an angle of 30 degrees with the intensity of the water pump flowing nutrients to the plants with a value of 18.78 liters per minute, and at an angle of 40 degrees the pump can run with an intensity of 21.91 liters per minute, where the results of the four angles greatly affect the results of sunlight and weather conditions at the time of the study. The implication of this study is the potential to increase the rate of water discharge for the distribution of nutrients and water can be maintained at a constant flow by optimizing the duration of sunlight. However, further analysis is needed to understand the intensity of sunlight and weather conditions that often change and are uncertain. Suggestions for further research are to create simulations with certain software to get better results in the field, and to calibrate the instrument used with more accurate data results.

Keywords: Solar Panels, Tilt Angle, Water Discharge, Water Pumps, Mechanical Engineering



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Pertanian tradisional tepatnya di Indonesia mayoritas menggunakan lahan tanah yang luas untuk menanam sayur mayur dengan penggunaan air yang relatif banyak. Hal ini tidak efektif pada pemukiman penuh penduduk dan perkotaan dengan lahan tanam dan air yang terbatas. Kemajuan teknologi mendorong petani mengembangkan sistem pertanian yang dapat dilakukan pada lahan terbatas, memiliki nilai efisiensi, dan efektifitas yang tinggi. Kebutuhan pangan tidak sebanding dengan lahan yang ada dikarenakan laju pertumbuhan penduduk yang meningkat. Cara bercocok tanam perlu ditingkatkan untuk menyesuaikan kebutuhan pangan. Sistem pertanian hidroponik adalah salah satu teknologi pertanian tepat guna dengan menggunakan teknik bercocok tanam tanpa media tanah. Pemanfaatan hidroponik sangat tepat diterapkan pada wilayah padat penduduk serta perkotaan dengan lahan terbatas dan pola konsumtif air yang tinggi. Pada sistem hidroponik menggunakan pompa air untuk penyebaran nutrisi, sumber listrik yang digunakan pada pertanian bersumber dari listrik PLN, yang dimana masih menggunakan energi tidak terbarukan seperti batu bara. Produksi pembangkit tenaga listrik Indonesia pada tahun 2018 mencapai 283,8 TWh dengan 56,4% berasal dari batubara, gas 20,2% dan BBM 6,3%, sedangkan untuk energi baru dan terbarukan (EBT) masih 17,1%. Listrik yang berasal dari PLN maupun non-PLN telah tersambung pada jaringan PLN (on grid) untuk disalurkan pada masyarakat. Dominasi penggunaan energi listrik tak terbarukan seperti, batubara, gas, minyak bumi akan terus mengalami penurunan. Penggunaan energi listrik tak terbarukan juga berdampak terhadap meningkatnya pemanasan global. Pembakaran dari bahan bakar fosil akan berdampak langsung terhadap efek rumah kaca sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global yang lebih cepat. Perlu dilakukan langkah pencegahan untuk mengembangkan energi listrik yang ramah lingkungan dan terbarukan.

Kebutuhan energi listrik saat ini semakin meningkat karena penggunaan teknologi yang semakin luas. Saat ini energi fosil merupakan sumber energi utama yang dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Dua kelemahan dari pemanfaatan sumber energi berbasis fosil adalah bahwa ketersediaan sumber daya alam ini sangat terbatas sementara kebutuhan energi listrik semakin meningkat dan berdampak negatif terhadap lingkungan lokal serta global. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah cadangan energi fosil saat ini yang terus berkurang adalah dengan pemanfaatan energi terbarukan. Jumlah energi matahari yang banyak dan cenderung melimpah di Indonesia yaitu sekitar 4,8 kWh/m²/hari menyebabkan sumber energi yang berasal dari matahari ini berpotensi untuk memenuhi kebutuhan energi Indonesia di masa sekarang dan masa yang akan datang. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Matahari merupakan salah satu solusi mengatasi masalah berkurangnya cadangan energi fosil. Panel surya dapat merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Sebelumnya Energi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk kebutuhan hidrponik sudah diteliti oleh Fikri Dinegoro pada tahun 2020, dengan penelitian terkait “Rancang Bangun Hidroponik dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya”. Beliau melakukan penelitian pada Kawasan Kelurahan Limau Manis, Kota Padang, penelitian ini menggunakan metode penelitian langsung dengan beberapa data diantaranya suhu, daya listrik, debit air, dengan data pengujian pada suhu rata rata di jam 07.00-18.00 berkisar 25,33 – 33,70 °C. sedangkan pada daya listrik menghasilkan sebesar 2.240,06W, debit air rata rata di minggu ke-1 dengan nilai 2,1148 x 10⁻⁵ m³/detik.

Indonesia merupakan negara tropis dengan lama penyinaran matahari yang cukup lama dan memiliki potensi pengembangan energi listrik tenaga surya mencapai 207,8 Gwp (Global Warming Potential). Tenaga surya dimanfaatkan sebagai salah satu sumber tenaga yang

digunakan untuk pompa air. Penggunaan pompa air DC (Direct Current) merupakan pilihan yang baik karena tidak memerlukan komponen tambahan seperti inverter untuk merubah arus DC menjadi AC (Alternating Current). Pompa DC mampu menaikkan air sampai 3,2 meter dengan debit 38% lebih besar dibandingkan pompa air AC (Alternating Current) dengan penggunaan daya yang sama. Analisis ini akan menggunakan metode pengujian langsung perubahan sudut kemiringan terhadap pengaruh terhadap daya yang dihasilkan pembangkit. Terdapat beberapa variasi sudut dimulai dari 10,20,30, sampai 40 derajat kemiringan. Dengan memahami pengaruh variasi perubahan sudut yang dihasilkan pembangkit, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik tentang optimalisasi rangkaian PLTS, Pemilihan pompa air, perubahan daya yang dihasilkan dari variasi sudut kemiringan.

METODE PENELITIAN

Penulis melakukan penelitian rancang bangun ini di kebun hidroponik, Vida Bumipala, Jl. Alun Alun Utara, RT.003/RW.005, Padurenan, Kec. Mustika Jaya, Kota Bks. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – Juni 2024.

Alat dan Bahan

1. Alat. Alat yang digunakan oleh penulis dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mesin Gerinda Tangan. Mesin gerinda tangan digunakan untuk memotong baja ringan dan pipa pvc. Selain untuk memotong, mesin gerinda tangan juga digunakan untuk menghaluskan sudut kasar dari baja ringan dan pipa pvc. Mesin gerinda tangan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Mesin Gerinda Tangan

- b. Bor Listrik. Bor listrik digunakan untuk memasang baut pada baja ringan dan digunakan untuk mengebor pipa pvc. Bor listrik dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bor listrik

- c. Avometer. Avometer digunakan untuk mengukur voltase, koneksi antar kabel dan pengukuran kapasitor pada rangkaian sistem PLTS. Avometer dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Avometer

- d. Tang Ampere. Tang ampere merupakan alat yang digunakan untuk mengukur arus pada instalasi listrik yang ada pada sistem PLTS. Tang ampere dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tang Ampere

- e. Thermocouple Type-K. Alat ini digunakan untuk menunjukkan suhu udara di kebun hidroponik. Thermocouple dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Thermocouple Type-K

- f. Solar Power Meter. Digunakan untuk membaca radiasi matahari yang diterima panel surya dengan satuan W/M.



Gambar 6. Solar power meter

2. Bahan. Bahan yang digunakan oleh penulis dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Panel Surya 120WP. Panel surya digunakan sebagai penghasil listrik utama dari energi matahari dirubah menjadi energi listrik. Panel surya dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Panel Surya 120WP

- b. Baterai 12V 100Ah. Baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya. Baterai dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Baterai Lifepo4 12V 100Ah

- c. MCB DC (Miniature Circuit Breaker Direct Current). MCB DC digunakan sebagai pengaman jaringan listrik mencegah terjadinya lonjakan arus listrik maupun korsleting listrik pada pengujian berlangsung. MCB dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. MCB DC NADER

- d. Solar Charge Controller (SCC). SCC digunakan sebagai pengatur tegangan yang dihasilkan panel surya untuk mengisi daya dari baterai dan beban listrik DC. SCC dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Solar Charge Controller

- e. Digital Timer DC. Pengatur waktu arus searah ini digunakan untuk pompa air pada kebun hidroponik, berfungsi untuk mengatur hidup dan matinya pompa dengan waktu yang sudah di setting sesuai kebutuhan. Digital timer dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Digital Timer DC

- f. Baja Ringan. Baja ringan digunakan untuk membuat rangka pada panel surya. Baja ringan dapat dilihat pada gambar 12.



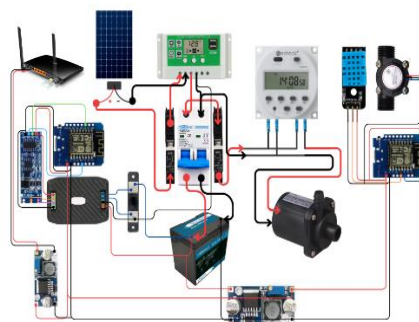
Gambar 12. Baja Ringan

- g. Baut Baja Ringan. Baut baja ringan digunakan untuk mengikat dan menyambung pada rangkaian baja ringan. Baut baja ringan dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Baut Baja Ringan

- h. Sistem Monitoring. Sistem Monitoring digunakan untuk memantau data yang dihasilkan oleh rangkaian plts secara real time dan memudahkan pada saat pengambilan data. Sistem monitoring dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Komponen Sistem Monitoring

Spesifikasi Bahan Uji

Dalam melakukan penelitian, penulis memiliki beberapa bahan dengan spesifikasi yang berbeda beda, berikut ini merupakan spesifikasi dari masing masing bahan uji.

1. Panel Surya. Pada penelitian ini penulis menggunakan panel surya berjenis Monokristalin dengan merk MAYSUN tipe 120WP, berikut tabel lengkap dari spesifikasi panel surya yang digunakan, terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya

Model	: MS120M-36
Rated Maksimum Power (PM)	: 120W
Tolerance	: 0~+5%
Voltage at Pmax (Vmp)	: 18.2V
Current at Pmax (Imp)	: 6.67A
Open-Circuit Voltage (Voc)	: 21.51V
Short -Circuit Current (Isc)	: 7.19A
Normal Operating Cell Temp (NOCT)	: 47±2 °C
Maximum System Voltage	: 1000VDC
Maximum Series Fuse Rating	: 10A
Operating Temperature	: -40 to + 85°C
Application Class	: Class A
Fire Safety Class	: Class C
Cell Technology	: Mono-Si
Weight	8.5kg
Dimension (mm)	1020*680*30mm

2. Solar Charge Controller. Pemilihan modul charger berdasarkan kebutuhan spesifikasi dari panel surya itu tersendiri. Berikut spesifikasi terkait modul charger. Terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Solar Charger Controller

Model Name	RBL-30A-Li
Charge Current	30A
Discharge Current	10A
Max Solar Input	12V battery, the highest is 23V 24V battery , The highest is 46V
Battery type	B1 =Lead acid battery 12V/24Vauto B2=Lithium-ion battery (lithium battery) 3 strings 3.7V=11.1V B3=Lithium iron phosphate battery 4 strings 3.2V= 12.8V
Equalization	14.4V(B1) 12.6V(B2) 14.6V(B3)
Discharge stop	10.7V(B01) 9V(B2) 10V(B3)
Discharge reconnect	12.6V(B1) 10.5(B2) 12V(B3)
Voltage of open light	Solar panel 8V(Light lights delay)
Voltage of close light	Solar panel 8V(Light off delay)
USB output	2 way USB output. 5V/2.5A(MAX)
Self-consume	<10mA
Operating temperature	-35°C - +60°C
Size/weight	133.5*70 *35mm / 165g

3. Baterai. Tipe baterai yang digunakan yaitu berjenis Lifepo4 yaitu dari jenis baterai lithium-ion dengan umur siklus yang panjang dibandingkan dengan baterai VRLA (Valve Regulated Lead Acid) atau baterai asam timbal. Serta penggunaan lifepo4 dapat memangkas bobot dan ukuran dari baterai itu tersendiri. Spesifikasi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Baterai Lifepo4

Karakter Listrik	Tegangan Nominal	12.8V
	Kapasitas Normal	100 Ah
	Energi	1280Wh
	Resistensi Internal	≤25mΩ
	Siklus Hidup	>2000 Cycles @1C 100%DOD
	Pelepasan Energi Dalam Beberapa Bulan	<3%
	Efisiensi Pengisian Daya	100% @0.5C
	Efisiensi Pengosongan	96~99% @1C
Standar Pengisian	Tegangan Pengisian	14.6±0.2V
	Mode Pengisian	0.2C hingga 14.6V, lalu 14.6V, arus pengisian daya ke 0.02C (CC/CV)
	Arus Pengisian Daya	20A
	Maks. Arus Pengisian Daya	20A
	Tegangan Pengosongan Pengisian Daya	15.6V±0.2V
Standar Pengosongan	Arus Kontinu	20A
	Maks. Arus Pulsa	80A(<3s)
	Tegangan Pengosongan	10V

4. Pompa Air. Dalam penelitian ini peneliti memilih menggunakan pompa DC (Direct Current) atau Arus searah yang dimana energi yang dihasilkan dari panel surya menggunakan energi DC (Direct Current) atau arus searah, dengan sistem yang sama digunakan dalam rangkaian maka tidak diperlukan inverter yang dimana fungsinya merubah arus searah menjadi arus berlawanan arah atau AC (Alternating Current) atau arus bolak balik. Berikut spesifikasi pompa air yang digunakan terdapat pada tabel. Penelitian memilih menggunakan pompa DC (Direct Current) atau Arus searah yang dimana energi yang dihasilkan dari panel surya menggunakan energi DC (Direct Current) atau arus searah, dengan sistem yang sama digunakan dalam rangkaian maka tidak diperlukan inverter yang dimana fungsinya merubah arus searah menjadi arus berlawanan arah atau AC (Alternating Current) atau arus bolak balik. Berikut spesifikasi pompa air yang digunakan terdapat pada tabel 4.

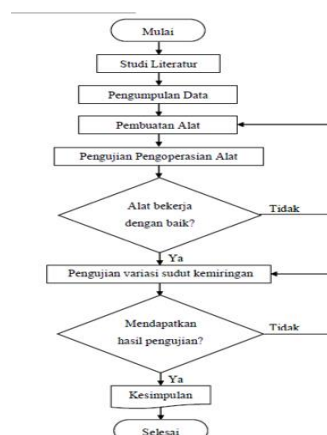
Tabel 4. Spesifikasi Pompa Air

Voltase	12V DC
Daya Listrik	50 Watt / 5800 rpm
Daya Dorong	4 meter / 13.1 Ft (Maksimum)
Daya Tekan	0.6 bar (Maksimum)
Kapasitas Air	63 liter/ menit (Maksimum)

Prosedur Penelitian

- Tahapan Perakitan Bahan Uji. Pada tahapan ini peneliti melakukan perakitan dari bahan uji yang telah disiapkan sebelumnya. Adapun langkah langkah tahapan ini sebagai berikut:
 - Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam tahapan ini seperti bor, gerinda, panel surya, kabel, baterai, solar charger controller, mcb breaker.
 - Rakit bahan ke dalam panel box yang sudah disediakan serta mengikuti diagram yang sudah disediakan.
 - Sambungkan semua kabel ke dalam rangkaian
 - Pasang panel surya di rangka yang sudah disediakan.
 - Setelah semua selesai dirakit lakukan pengetesan bahan uji selama seharian dibawah terik matahari untuk mengetahui komponen setiap bahan uji bekerja dengan baik.
- Tahapan Penelitian Pada Kebun Hidroponik. Pada tahapan ini peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang sudah dirakit untuk dipasang pada instalasi kebun hidroponik di tempat yang sudah ditentukan, adapun langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut ;
 - Panel surya yang telah dirakit pada rangka dibawa menuju kebun dengan sudut dan titik arah matahari yang telah disesuaikan
 - Sambungkan kabel pada rangkaian setiap komponen
 - Lakukan pengetesan bahan uji sebelum dijalankan penelitian
 - Setelah semua selesai bahan uji siap di teliti
- Proses Pengujian Panel Surya
 - Pengujian dilakukan selama 1 bulan dengan 4 sudut kemiringan pada 10, 20, 30, dan 40 derajat
 - Waktu pengujian dimulai dari 09.00 sampai 15.00 selama 1 bulan
 - Data yang diambil merupakan data hasil pantauan monitoring alat yang telah dirangkai dan dipasang ke dalam rangkaian sistem panel surya
 - Pengamatan data dapat dipantau menggunakan smartphone melalui aplikasi blynk.
 - Hasil akhir penelitian dapat di download berupa file csv yang dikirim melauai komputer untuk dianalisa

Diagram Alir (Flowchart)



Gambar 15. Diagram Alir

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

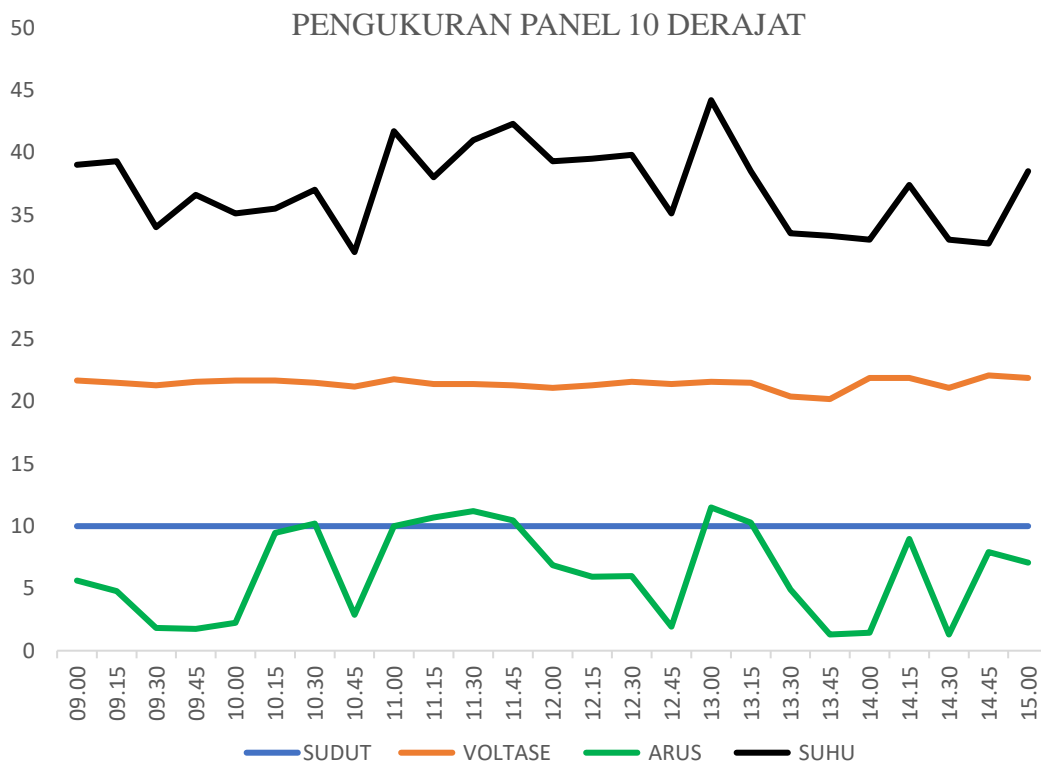
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada kebun hidroponik dengan studi eksperimental didapatkan hasil pengujian dari perubahan sudut variasi kemiringan dan debit air yang digunakan untuk sirkulasi nutrisi dan air pada hidroponik dengan alat uji berupa panel surya 240WP, baterai 12v 100Ah dan pompa air DC, peneliti memberikan variasi sudut kemiringan pada sudut 10, 20, 30, dan 40 derajat. Perubahan derajat dilakukan selama 1 minggu sekali dan dilakukan dalam waktu 1 bulan.

Hasil Uji Sudut 10 Derajat

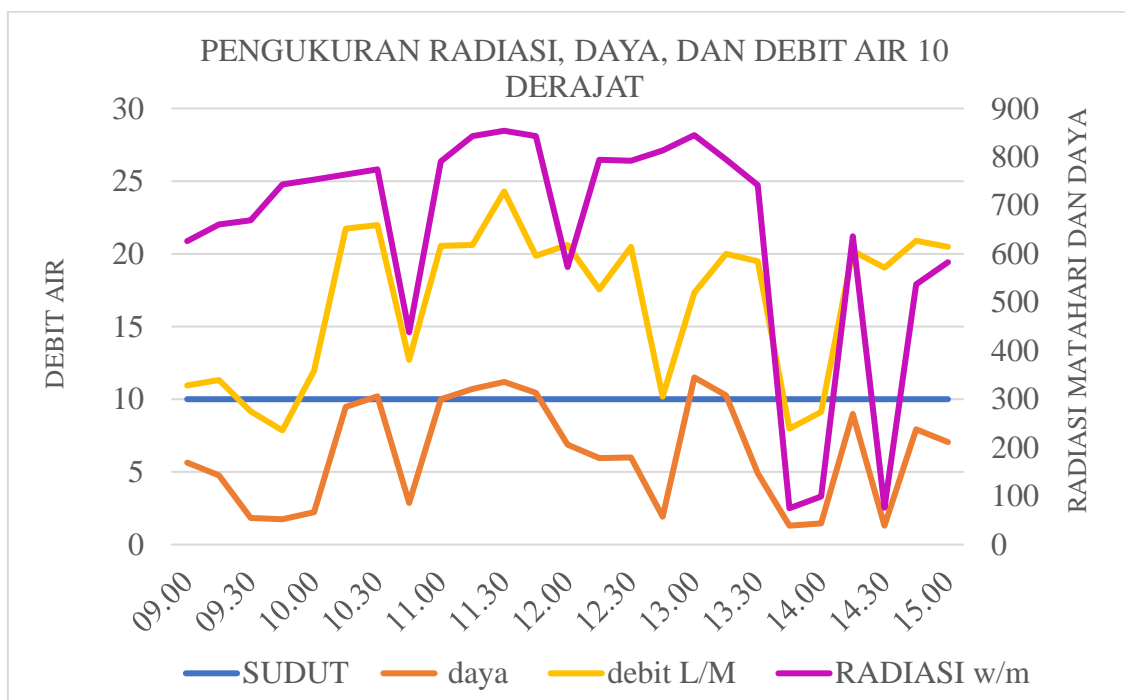
Dilakukan pengujian pada tegangan, arus, radiasi, suhu, dan debit air, yang diuji setiap 15 menit sekali dimulai dari jam 09.00 – 15.00 WIB. Didapatkan 25 sampel yang dicatat dan dievaluasi serta dibandingkan pada sudut lain yang di uji.

Tabel 5. Data Pengujian Sudut 10 Derajat

No	JAM	SUDUT	TEGANGAN	ARUS	W/M	SUHU	L/M	Daya
1	09.00	10	21,70	5,63	626	39,00	122,17	122,17
2	09.15	10	21,50	4,77	661	39,30	102,56	102,56
3	09.30	10	21,30	1,84	669	34,00	39,19	39,19
4	09.45	10	21,60	1,74	743	36,60	37,58	37,58
5	10.00	10	21,70	2,23	753	35,10	48,39	48,39
6	10.15	10	21,70	9,47	764	35,50	205,50	205,50
7	10.30	10	21,50	10,20	774	37,00	219,30	219,30
8	10.45	10	21,20	2,87	438	32,00	60,84	60,84
9	11.00	10	21,80	10,00	791	41,70	218,00	218,00
10	11.15	10	21,40	10,70	843	38,00	228,98	228,98
11	11.30	10	21,40	11,20	854	41,00	239,68	239,68
12	11.45	10	21,30	10,45	843	42,30	222,59	222,59
13	12.00	10	21,10	6,87	573	39,30	144,96	144,96
14	12.15	10	21,30	5,94	794	39,50	126,52	126,52
15	12.30	10	21,60	6,00	792	39,80	129,60	129,60
16	12.45	10	21,40	1,93	813	35,10	41,30	41,30
17	13.00	10	21,60	11,50	845	44,20	248,40	248,40
18	13.15	10	21,50	10,27	795	38,50	220,81	220,81
19	13.30	10	20,40	4,92	742	33,50	100,37	100,37
20	13.45	10	20,20	1,30	75	33,30	26,26	26,26
21	14.00	10	21,90	1,45	99	33,00	31,76	31,76
22	14.15	10	21,90	8,98	636	37,40	196,66	196,66
23	14.30	10	21,10	1,30	76	33,00	27,43	27,43
24	14.45	10	22,10	7,93	537	32,70	175,25	175,25
25	15.00	10	21,90	7,06	583	38,50	154,61	154,61
MINIMAL			20,20	1,30	75	32	7,85	26,26
MAKSIMAL			22,10	11,50	854	44,20	24,29	248,40
RATA RATA			21,44	6,26	644,76	37,17	16,65	134,75



Gambar 16. Grafik Pengukuran Pada Sudut 10 Derajat



Gambar 17. Grafik Pengukuran Radiasi Matahari Serta Meliputi Daya Yang Dihasilkan Dan Debit Air

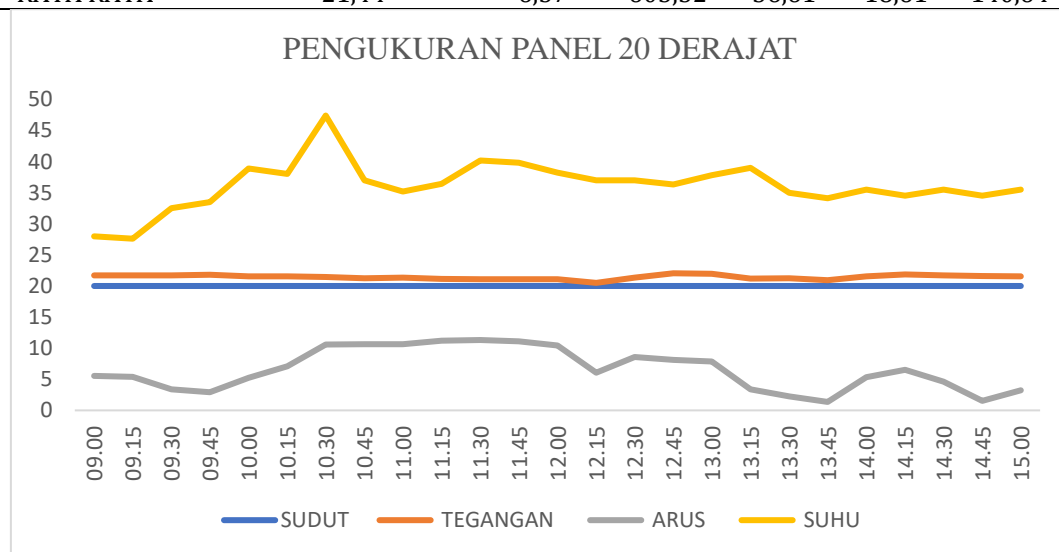
Dari tabel 5 tegangan/voltase pada panel surya rata rata didapatkan hasil ukur dengan tegangan rata rata berada di 21,44V, arus yang dihasilkan rata rata sebesar 6,26A, radiasi matahari yang dihasilkan sebesar 644,76 w/m, suhu yang diserap oleh panel rata rata sebesar 37,17°C, dengan debit air pada pengujian sudut 10 derajat rentang waktu 09.00-15.00 menghasilkan debit sebesar 16,65 L/M.

Hasil Uji Sudut 20 Derajat

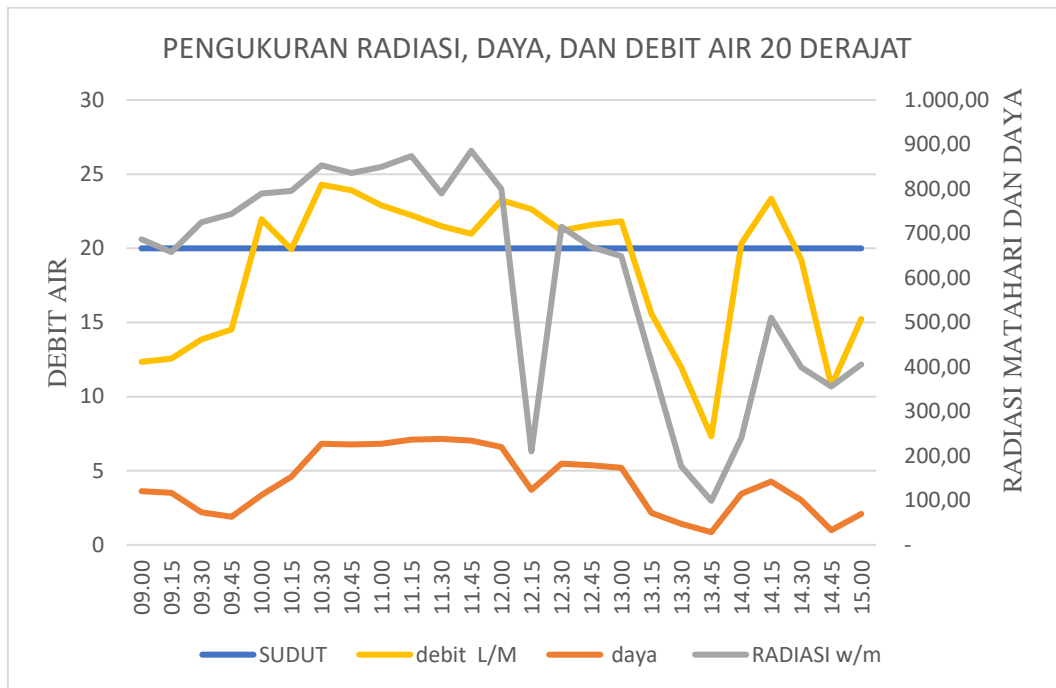
Pada pengujian sudut 20 derajat data yang diuji sama dengan data pada pengujian 10 derajat dengan variabel tegangan, arus, daya, suhu, radiasi, dan debit air, yang membedakannya hanya pada sudut yang diatur kemiringannya sebesar 20 derajat, dengan bantuan alat ukur digital untuk mendapatkan kemiringan 20 derajat, berikut adalah hasil data pengujian yang berhasil dicatat:

Tabel 6. Data Pengukuran Sudut 20 Derajat

No	JAM	SUDUT	TEGANGAN	ARUS	W/M	SUHU	L/M	Daya
1	09.00	20	21,70	5,55	687	28,00	12,35	120,44
2	09.15	20	21,70	5,40	658	27,60	12,55	117,18
3	09.30	20	21,70	3,38	725	32,50	13,86	73,35
4	09.45	20	21,80	2,91	744	33,50	14,53	63,44
5	10.00	20	21,55	5,21	790	38,90	21,98	112,28
6	10.15	20	21,54	7,11	796	38,00	19,93	153,15
7	10.30	20	21,44	10,59	853	47,40	24,29	227,05
8	10.45	20	21,23	10,63	836	37,00	23,90	225,67
9	11.00	20	21,36	10,65	850	35,20	22,90	227,48
10	11.15	20	21,13	11,20	874	36,40	22,22	236,66
11	11.30	20	21,06	11,31	790	40,20	21,51	238,19
12	11.45	20	21,09	11,12	886	39,80	20,98	234,52
13	12.00	20	21,08	10,45	800	38,20	23,26	220,29
14	12.15	20	20,50	6,04	210	37,00	22,64	123,82
15	12.30	20	21,36	8,56	715	37,00	21,20	182,84
16	12.45	20	22,04	8,11	670	36,30	21,58	178,74
17	13.00	20	21,98	7,87	649	37,80	21,82	172,98
18	13.15	20	21,20	3,40	411	39,00	15,58	72,08
19	13.30	20	21,26	2,24	177	35,00	11,98	47,62
20	13.45	20	20,93	1,36	99	34,10	7,32	28,46
21	14.00	20	21,57	5,34	241	35,50	20,34	115,18
22	14.15	20	21,86	6,50	511	34,50	23,35	142,16
23	14.30	20	21,70	4,62	399	35,50	19,23	100,25
24	14.45	20	21,60	1,51	356	34,50	10,73	32,62
25	15.00	20	21,57	3,23	406	35,50	15,23	69,67
MINIMAL			20,50	1,36	99	27,60	7,32	28,46
MAKSIMAL			22,04	11,31	886	47,40	24,29	238,19
RATA RATA			21,44	6,57	605,32	36,61	18,61	140,64



Gambar 18. Grafik Pengukuran Pada 20 Derajat



Gambar 19. Grafik Pengukuran Radiasi, Daya Dan Debit Air Pada Sudut 20 Derajat

Data dari tabel 6 menjelaskan hasil pengujian yang dilakukan dengan sudut 20 derajat terdapat beberapa data yang telah diteliti diantaranya berupa tegangan/voltase, arus, daya, suhu, radiasi, dan debit air. Data tersebut diteliti pada jam 09.00 – 15.00 dengan alat ukur yang telah disiapkan. Dari tabel 4.2 pada tegangan/voltase rata rata didapatkan sebesar 21,44V, untuk arus sebesar 6,57A, suhu sebesar 36,61 °C, radiasi sebesar 605,32w/m, daya yang dihasilkan rata rata sebesar 140,64W dengan debit air rata rata sebesar 18,61 liter per menit.

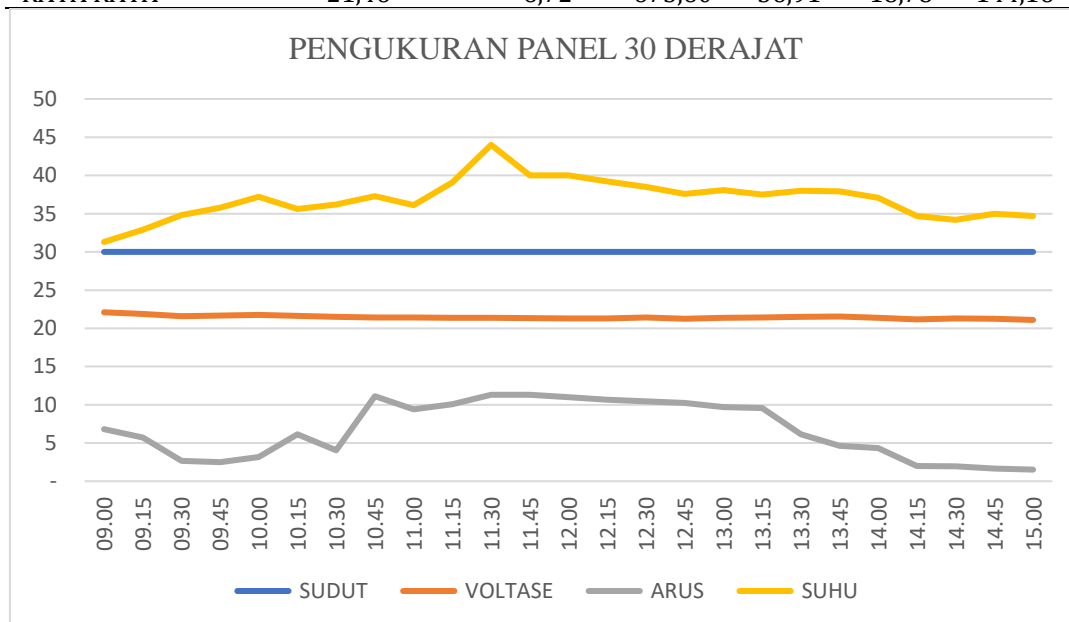
Hasil Uji Sudut 30 Derajat

Pada pengujian sudut 30 derajat data yang diuji sama dengan data pada pengujian 10, dan 20 derajat dengan variabel tegangan, arus, daya, suhu, radiasi, dan debit air, yang membedakannya hanya pada sudut yang diatur kemiringannya sebesar 30 derajat, dengan bantuan alat ukur digital untuk mendapatkan kemiringan 30 derajat, berikut adalah hasil data pengujian yang berhasil dicatat:

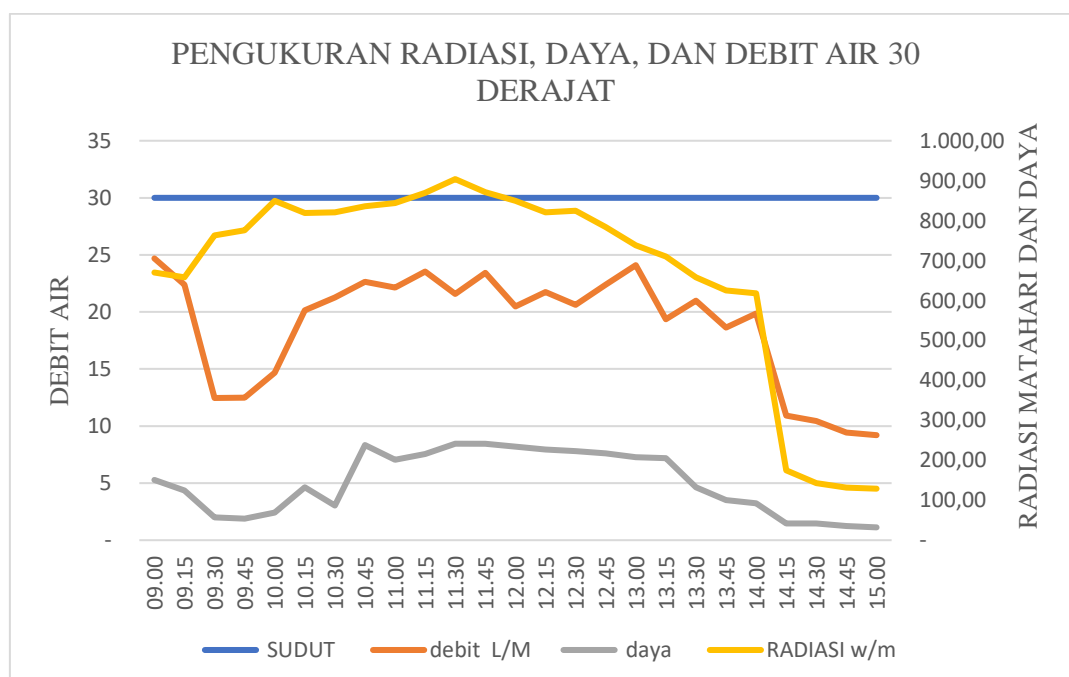
Tabel 7. Data Pengukuran Sudut 30 Derajat

No	JAM	SUDUT	TEGANGAN	ARUS	W/M	SUHU	L/M	Daya
1	09.00	30	22,10	6,82	670	31,30	24,69	150,72
2	09.15	30	21,88	5,70	658	32,90	22,39	124,72
3	09.30	30	21,57	2,66	763	34,80	12,47	57,38
4	09.45	30	21,66	2,48	776	35,80	12,50	53,72
5	10.00	30	21,76	3,18	850	37,20	14,67	69,20
6	10.15	30	21,63	6,13	819	35,60	20,13	132,59
7	10.30	30	21,52	4,04	821	36,20	21,28	86,94
8	10.45	30	21,43	11,12	836	37,30	22,64	238,30
9	11.00	30	21,41	9,39	844	36,10	22,14	201,04
10	11.15	30	21,39	10,08	870	39,10	23,53	215,61
11	11.30	30	21,36	11,31	904	44,00	21,58	241,58
12	11.45	30	21,33	11,31	871	40,00	23,44	241,24
13	12.00	30	21,29	10,99	850	40,00	20,48	233,98
14	12.15	30	21,31	10,67	821	39,20	21,74	227,38
15	12.30	30	21,41	10,43	825	38,50	20,62	223,31

16	12.45	30	21,24	10,25	784	37,60	22,39	217,71
17	13.00	30	21,39	9,70	738	38,10	24,10	207,48
18	13.15	30	21,40	9,59	710	37,50	19,35	205,23
19	13.30	30	21,51	6,14	658	38,00	20,98	132,07
20	13.45	30	21,56	4,65	625	37,90	18,63	100,25
21	14.00	30	21,37	4,32	618	37,10	19,87	92,32
22	14.15	30	21,19	1,99	175	34,70	10,91	42,17
23	14.30	30	21,30	1,97	143	34,20	10,45	41,96
24	14.45	30	21,27	1,65	132	35,00	9,42	35,10
25	15.00	30	21,10	1,52	129	34,70	9,20	32,07
MINIMAL			21,10	1,52	129	31,30	9,20	32,07
MAKSIMAL			22,10	11,31	904	44	24,69	241,58
RATA RATA			21,46	6,72	675,60	36,91	18,78	144,16



Gambar 20. Grafik Pengukuran Pada 30 Derajat



Gambar 21. Grafik Pengukuran Radiasi, Daya Dan Debit Air Pada Sudut 30 Derajat

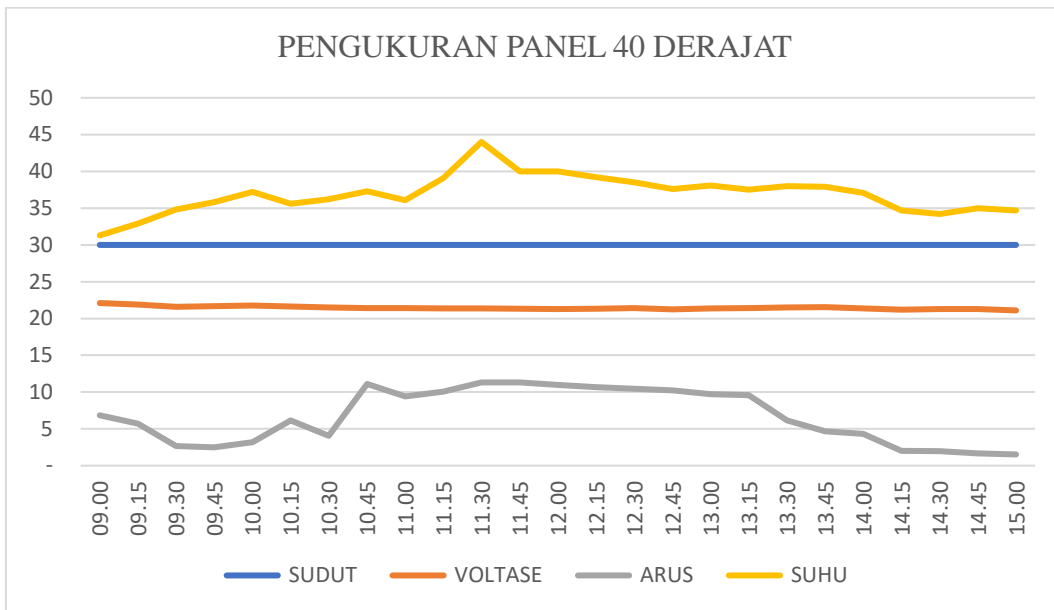
Data dari tabel 7 menjelaskan hasil pengujian yang dilakukan dengan sudut 30 derajat terdapat beberapa data yang telah diteliti diantaranya berupa tegangan/*voltase*, arus, daya, suhu, radiasi, dan debit air. Data tersebut diteliti pada jam 09.00 – 15.00 dengan alat ukur yang telah disiapkan. Dari tabel 4.3 pada tegangan/*voltase* rata rata didapatkan sebesar 21,46V, untuk arus sebesar 6,72A, suhu sebesar 36,91 °C, radiasi sebesar 675,60w/m, daya yang dihasilkan rata rata sebesar 144,16W dengan debit air rata rata sebesar 18,78 liter per menit.

Hasil Uji Sudut 40 Derajat

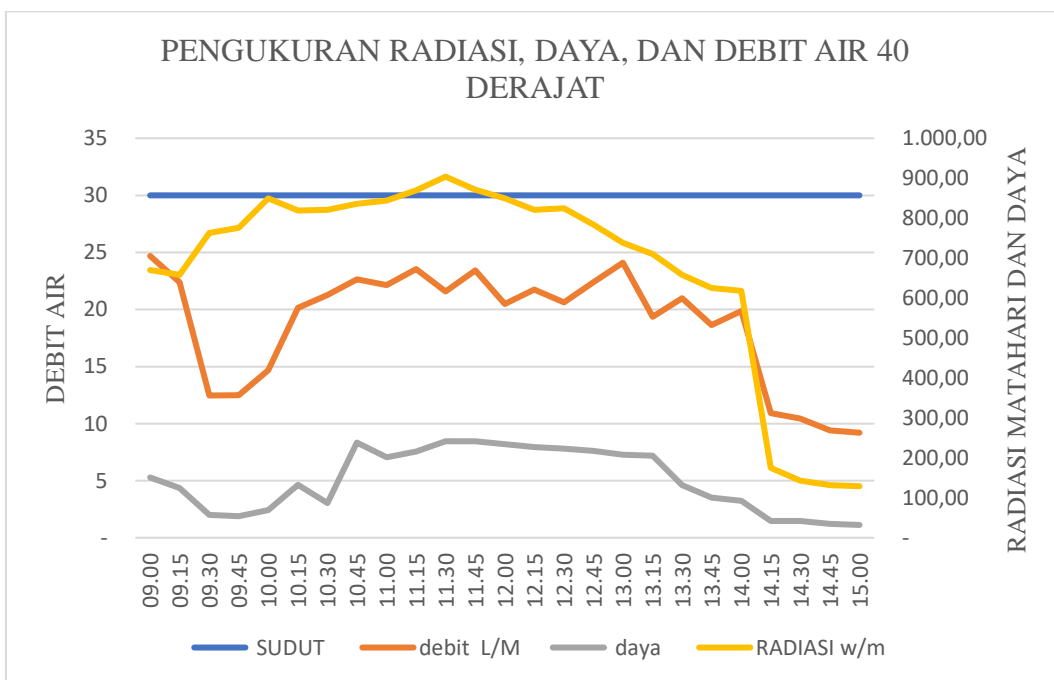
Pada pengujian sudut 40 derajat data yang diuji sama dengan data pada pengujian 10, 20, dan 30 derajat dengan variabel tegangan, arus, daya, suhu, radiasi, dan debit air, yang membedakannya hanya pada sudut yang diatur kemiringannya sebesar 40 derajat, dengan bantuan alat ukur digital untuk mendapatkan kemiringan 40 derajat, berikut adalah hasil data pengujian yang berhasil dicatat:

Tabel 8. Data Pengukuran Sudut 40 Derajat

No	JAM	SUDUT	TEGANGAN	ARUS	W/M	SUHU	L/M	Daya
1	09.00	40	22,18	7,84	667	32,60	23,08	173,89
2	09.15	40	21,57	5,78	587	34,50	20,98	124,67
3	09.30	40	21,57	5,82	627	34,90	21,90	125,54
4	09.45	40	22,19	5,81	556	27,00	25,75	128,92
5	10.00	40	21,96	5,78	708	31,40	21,74	126,93
6	10.15	40	21,75	3,46	746	38,00	15,27	75,26
7	10.30	40	21,76	3,96	677	34,30	17,60	86,17
8	10.45	40	21,24	2,17	154	33,50	11,79	46,09
9	11.00	40	21,88	5,98	695	37,10	26,20	130,84
10	11.15	40	21,78	8,46	694	37,50	24,19	184,26
11	11.30	40	21,59	8,33	682	38,60	23,17	179,84
12	11.45	40	21,53	9,08	741	39,30	25,32	195,49
13	12.00	40	21,46	8,69	667	39,90	21,82	186,49
14	12.15	40	21,38	9,39	688	40,80	21,35	200,76
15	12.30	40	21,41	8,66	636	38,60	25,42	185,41
16	12.45	40	21,30	8,76	668	41,30	21,35	186,59
17	13.00	40	21,50	8,88	662	39,20	23,35	190,92
18	13.15	40	21,74	7,78	649	37,50	23,81	169,14
19	13.30	40	21,16	6,97	549	39,20	20,69	147,49
20	13.45	40	21,58	7,16	509	38,30	25,53	154,51
21	14.00	40	21,60	7,19	524	38,00	28,04	155,30
22	14.15	40	21,68	6,16	453	37,70	24,19	133,55
23	14.30	40	21,63	5,04	413	37,60	19,67	109,02
24	14.45	40	21,62	3,71	345	36,20	18,13	80,21
25	15.00	40	21,59	3,50	332	36,00	17,54	75,57
MINIMAL			21,16	2,17	154	27	11,79	46,09
MAKSIMAL			22,19	9,39	746	41,30	28,04	200,76
RATA RATA			21,63	6,57	585,16	36,76	21,91	142,11



Gambar 22. Grafik Pengukuran Pada 40 Derajat



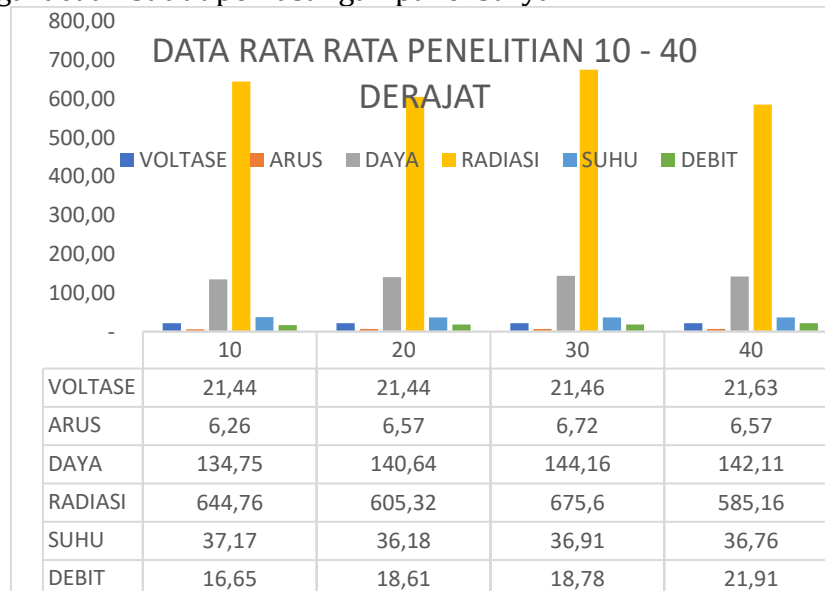
Gambar 23. Grafik Pengukuran Radiasi, Daya Dan Debit Air Pada Sudut 40 Derajat

Data dari tabel 8 menjelaskan hasil pengujian yang dilakukan dengan sudut 40 derajat terdapat beberapa data yang telah diteliti diantaranya berupa tegangan/voltase, arus, daya, suhu, radiasi, dan debit air. Data tersebut diteliti pada jam 09.00 – 15.00 dengan alat ukur yang telah disiapkan. Dari tabel 4.4 pada tegangan/voltase rata rata didapatkan sebesar 21,63V, untuk arus sebesar 6,57A, suhu sebesar 36,76 °C, radiasi sebesar 585,16w/m, daya yang dihasilkan rata rata sebesar 142,11W dengan debit air rata rata sebesar 21,91 liter per menit.

Pembahasan

Didapatkan nilai rata rata dari total 4 sudut kemiringan yang diterapkan pada penelitian kali ini yaitu diantaranya 10, 20,30, dan 40 derajat yang dilakukan dengan metode studi eksperimental dengan pengujian langsung dengan menggunakan alat instrumental

pengukuran diantaranya *multitester*, tang ampere, thermocuple type-K, serta *solar power meter*. Data dapat dilihat pada gambar 4.9 yang merupakan data akhir dari penelitian yang menunjukkan nilai rata rata serta data dapat diolah menjadi sebuah kesimpulan yang dapat digunakan sebagai acuan sudut pemasangan panel surya.



Gambar 24. Grafik Rata Rata Dari Sudut 10 – 40 Derajat

Berdasarkan gambar 24 yang memperlihatkan perbandingan nilai sudut kemiringan panel surya pada masing masing variabel penelitian dengan voltase pada 10 derajat memiliki rerata sebesar 21,44V, 20 derajat memiliki rerata sebesar 21,44V, 30 derajat memiliki rerata sebesar 21,46V, serta 40 derajat memiliki rerata 21,63V. variabel arus pada 10 derajat memiliki rerata sebesar 6,26A, 20 derajat memiliki rerata 6,57A, 30 derajat memiliki rerata 6,72A, serta pada 40 derajat memiliki rerata 6,57A. dan pada data lainnya dapat dilihat pada gambar 24.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan analisa pompa air tenaga surya untuk pertanian hidroponik dengan acuan variabel sudut 10 sampai 40 derajat didapatkan beberapa kesimpulan yang diperoleh, antara lain :

1. Pada penelitian panel surya cuaca sangat berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan oleh panel surya, dikarenakan panel surya itu tersendiri mendapatkan sumber daya dari matahari, jika matahari mendung dapat memengaruhi dari pasokan listrik untuk pompa dan baterai.
2. Terdapat perbedaan dari tegangan/*voltase*, arus, suhu, debit, dan radiasi matahari yang dapat terlihat pada gambar 4.1 sampai gambar 4.8 yang dimana setiap pengujian dengan waktu 15 menit hasilnya didapatkan tidak konstan melainkan berubah ubah mengikuti kondisi alam dan cuaca serta pergeseran matahari dari timur menuju barat yang dapat mempengaruhi hasil
3. Hasil penelitian menunjukkan angka yang didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan instrumen *multitester*, tang ampere, thermocuple type-k, *solar power meter*. Dengan data rata rata pada keempat variabel yaitu pada sudut 10 derajat dengan variabel tegangan sebesar 21,44V, arus sebesar 6,26A, daya sebesar 134,75W, radiasi sebesar 644,76W/M, suhu sebesar 37,17°C, dan debit air yang dihasilkan pada 10 derajat ini sebesar 16,65. Pada sudut 20 derajat dengan variabel tegangan sebesar 21,44V, arus sebesar 6,57A, daya sebesar

140,64W, radiasi sebesar 605,32W/M, suhu sebesar 36,18°C serta debit air sebesar 18,61 liter per menit. Pada sudut 30 derajat dengan variabel tegangan sebesar 21,46V, arus sebesar 6,72A, daya sebesar 144,16W, radiasi sebesar 675,6W/M, suhu sebesar 36,91°C serta debit air sebesar 18,78 liter per menit, dan pada 40 derajat dengan variabel tegangan sebesar 21,63V, arus sebesar 6,57A, daya sebesar 142,11W, radiasi sebesar 585,16W/M, suhu sebesar 36,76°C serta debit air sebesar 21,91 liter per menit. dapat ditarik kesimpulan dengan hasil pengujian yang telah dilakukan, pada sudut 30 derajat lebih optimal daripada sudut yang lain, dapat dilihat pada daya yang dihasilkan dan radiasi matahari yang terpancar ke panel surya lebih optimal dibanding pengujian sudut 10, 20 dan 40 derajat.

DAFTAR PUSTAKA

- J.-S. Park and K. Kurata, "Application of Microbubbles to Hydroponics Solution Promotes Lettuce Growth," *Horttechnology*, vol. 19, no. 1, pp. 212–215, Jan. 2023, doi: 10.21273/horttech.19.1.212.
- Mardiyono, A. Sugeng, E. Wasito, and S. Handoko, "Pemanfaatan Teknologi Konversi Energi Surya Untuk Hidroponik Pada Smp Alam Ar Ridho," *J. DIANMAS*, vol. 7, no. 1, pp. 19–26, 2018, [Online]. Available: <http://www.jurnaldianmas.org/index.php/Dianmas/article/view/82>
- N. R. Mohamad, "Development of Aquaponic System using Solar Powered Control Pump," *IOSR J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 8, no. 6, pp. 01–06, 2013, doi: 10.9790/1676-0860106.
- I. M. A. Nugraha, F. Luthfiani, G. Sotyaramadhani, M. A. Idrus, K. Tambunan, and M. Samusamu, "Pendampingan Teknis Pemasangan dan Perawatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Tablolong Nusa Tenggara Timur," *Rengganis J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 97–107, 2021, doi: 10.29303/rengganis.v1i2.89.
- A. Rahayuningtyas, S. I. Kuala, and I. F. Apriyanto, "Studi Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan," 2014. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109188734>
- S. Sirait, S. K. Saptomo, and M. Y. J. Purwanto, "Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Irigasi Pipa Lahan Sawah Berbasis Tenaga Surya," *J. Irig.*, vol. 10, no. 1, p. 21, 2015, doi: 10.31028/ji.v10.i1.21-32.
- F. Dinegoro, R. Rusnam, and E. G. Ekaputra, "Rancang Bangun Hidroponik Dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.)*, vol. 10, no. 3, p. 367, 2021, doi: 10.23960/jtep-l.v10i3.367-379.
- Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "Indonesia Energy Outlook 2019," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- A. Teja, A. Tjok, and I. W. A. Wijaya, "Perbandingan Penggunaan Motor DC Dengan AC Sebagai Penggerak Pompa Air Yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," 2013, pp. 14–15. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109170423>
- G. C. Rumbajan Evan, "Rancang Bangun Penggerak Pompa Air Menggunakan Solar Panel Untuk Hidroponik," *J. Tek. Elektro, Univ. Sam Ratulangi*, pp. 5–24, 2021.
- Y. Hananto, Z. Ulma, A. T. Zain, M. Joko Wibowo, and R. E. Rachmanita, "Penerapan Teknologi Pompa Irigasi Pertanian Bertenaga Surya di Desa Dukuhdempok Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember," *J. Community Dev.*, vol. 4, no. 1, pp. 18–26, 2023, doi: 10.47134/comdev.v4i1.126.
- R. Sigalingging and P. Honora, "Utilization of solar power as DC water pump movement in

- hydroponic plants," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 260, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/260/1/012038.
- Y. Islamiati, T. Dewi, and Rusdianasari, "IoT Monitoring for Solar Powered Pump Applied in Hydroponic House," *Int. J. Res. Vocat. Stud.*, vol. 2, no. 2, pp. 22–30, 2022, doi: 10.53893/ijrvocas.v2i2.102.
- S. Suhendar, *Dasar – Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Tangerang: Media Edukasi Indonesia, 2022.
- M. S. ing. Bagus Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev) Indonesia, 2018. [Online]. Available: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2018/08/31/2007/buku.panduan.instalasi.pembangkit.listrk.tenaga.surya>
- S. Hamid, J. Jamaaluddin, D. H. R. Saputra, and A. Wisaksono, "Analysis of DC MCB Usage Characteristics for AC and DC Load Usage," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 3–8, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1243.
- S. Harahap and M. I. Fakhrudin, "Perancangan Pompa Sentrifugal Untuk Water Treatment Plant Kapasitas 0.25 M3/S Pada Kawasan Industri Karawang," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, pp. 1–9, 2018, [Online]. Available: jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek